

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Basel

Der Morphologe Georg Büchner 1813-1837

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Basel

vorgelegt von

Hermann Helmig

von Basel



Basel 1950

Verlag von S. Karger in Basel

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. G. Wolf-Heidegger.

Tag der Promotion: 7. Juni 1949



I. Einleitung

Vor mehr als 100 Jahren beschloß *Georg Büchner* in Zürich sein kurzes, aber bewegtes Leben. Sein Werk ist ziemlich in Vergessenheit geraten; mehr noch als den Dramatiker und Dichter *Büchner* vergaß man den Wissenschaftler. Vergeblich sucht man seinen Namen in der entsprechenden Fachliteratur, zu Unrecht, denn seine wissenschaftlichen Arbeiten zeugen von einem tiefen Verständnis und sind ein beachtenswerter Versuch, in bedeutsame Streitfragen und Unklarheiten durch eigene Forschungen Licht zu bringen.

Es soll deshalb in dieser Schrift, die anläßlich des 135. Geburtstages *Büchners* erscheint, nicht des Dichters, sondern des Morphologen *Büchner* gedacht werden, wie er uns in seinen wissenschaftlichen Schriften und zum Teil auch in seinen Dichtungen entgegentritt.

II. *Georg Büchners* Leben

Diese kurze Biographie *Büchners* will keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, sie soll vielmehr dem Verständnis des Zusammenhangs zwischen naturwissenschaftlichen Studien und den morphologischen Andeutungen in seinen dichterischen Werken dienen. Es wurde deshalb vor allem Wert darauf gelegt, sofern dies nach den mangelhaften Angaben überhaupt möglich war, das zeitliche Nebeneinander von seinem vergleichend-anatomischen und medizinischen Wirken und seinem dichterischen Schaffen näher zu beleuchten.

Karl Georg Büchner wurde 1813 als erster Sohn des Doktors und Amtschirurgus *Ernst Karl Büchner* in Goddelau, einem Dorf zwischen Mannheim und Darmstadt geboren. Über seine früheste Jugend fehlen jegliche Angaben, aber schon die ersten Aufzeichnungen über *Büchner* von seinen Freunden (*L. W. Links* und *K. Vogt*) bezeichnen den damals 15jährigen als einen hinsichtlich seines Charakters und seiner Veranlagung hervorstechenden Menschen. Schon früh fiel in seinem Denken und Tun das Streben nach dem Wesen und dem Kern der Dinge, sowohl in Bezug auf die Natur, als auch auf die Philosophie, als auch auf politische Ansichten auf. *Büchners* Wesen war eher verschlossen – er lebte zurückgezogen, hatte selbst auch wenige Freunde – aber aus seinen wenigen laut gewordenen Gedanken und vor allem aus der unerbittlichen Kritik dessen, was seinem Wesen zuwiderging, lassen sich Probleme erraten, mit denen er sich beschäftigte.

Über seinen späteren Beruf war er sich von Anfang an, wie er sich selbst äußert, im klaren: „Wie fühle ich mich glücklich! Ich darf werden, wozu ich einzig taue. Ich bin nie, auch nur eine einzige Sekunde lang im

Zweifel über meinen Beruf gewesen.“ 1831 schrieb sich *Büchner* also in Straßburg – so wünschte es sein Vater – als *Studiosus medicinae* ein. Sein stärkstes Interesse wandte er sogleich der Zoologie und vergleichenden Anatomie zu. In diese erste Straßburger Periode – *Büchner* blieb bis zum Sommer 1833 dort – fällt auch seine Verlobung mit *Minna Jaeglé*, der einzigen Tochter seines Kost- und Logisgebers *Johann Jakob Jaeglé*.

Um aber als Arzt in Hessen praktizieren zu können, war *Büchner* gezwungen, an der Landesuniversität in Gießen abzuschließen. Aus diesem Grunde verließ der junge Student Straßburg, um seine Studien in Gießen fortzusetzen und zu beenden. Diese Stadt und ihre Universität machten im ganzen eher einen depressiven Eindruck auf *Büchner*, obwohl ihm einzelne Vorlesungen, wie die des Nervenspezialisten *Wernekinck* über vergleichende Anatomie im WS 33/34 zusagten. Daneben aber war – wie sich *Carl Seelig* ausdrückt – ein ganzes Rudel seniler Professoren in Kauf zu nehmen, von denen einer selbst das Bestehen eines Blutkreislaufes ableugnete. Nach den Aussagen *K. Vogts* war *Georg Büchner* nicht sehr beliebt: „Offen gestanden, dieser *Büchner* war uns nicht sympathisch.“ In der gleichen Charakterisierung aber steht weiter zu lesen: „In *Wernekincks* Privatissimum war er sehr eifrig und seine Diskussionen mit dem Professor zeigten uns anderen bald, daß er gründliche Kenntnisse besitze, welche uns Respekt einflößten.“

In dem Gefühl der Vereinsamung und des körperlichen Unbehagens – unerträgliche Kopfschmerzen und Fieber quälten ihn dauernd – warf er sich, um sich zu vergessen, auf die Politik. Die anhaltende Lektüre der französischen Revolution bestärkte ihn darin, selbst einmal sein Talent als Revolutionär zu versuchen. In seiner ersten Empörung gegen die herrschenden Mißstände schrieb er im März 1834 den hessischen Landboten, der ihm eine Hausdurchsuchung einbrachte; trotzdem aber ließ man ihn, im Gegensatz zu vielen seiner Freunde, auf freiem Fuße. Auf Wunsch seines Vaters fuhr er im Herbst 1834 nach Darmstadt zurück, angeekelt von der Politik, angeekelt auch von der Medizin, die ihm viel zu materialistisch erschien. Während seines Aufenthaltes bei seinen Eltern, die ihn aus Besorgnis nicht mehr nach Gießen zurückkehren lassen wollten, hielt er unter Anleitung seines Vaters für junge Darmstädter, die Medizin studieren wollten, wissenschaftliche Kurse über die Grundbegriffe der Anatomie ab.

Daneben war er allerdings im Verborgenen auch wieder politisch tätig. In diesem Zusammenhang begann er im Januar 1835 sein Drama „*Dantons Tod*“. Es entstand im väterlichen Privatlaboratorium zwischen Skeletten und medizinischen Präparaten. Nach der Darstellung von *Carl Seelig* lagen auf dem Seziertisch anatomische Folianten, mit denen er beim Herannahen des Vaters das Manuskript bedeckte. Er selber äußert sich darüber: „Für den Danton sind die Darmstädter Polizeidiener meine Musen gewesen.“ und weiter: „Ich schreibe im Fieber, aber das schadet dem Werke nicht. Übrigens habe ich keine Wahl, ich kann mir keine Ruhe gönnen, bis ich den

Danton unter der Guillotine habe und übrigen brauche ich Geld, Geld!“ Diese letzte Andeutung bezieht sich auf das Zerwürfnis mit seinem Vater, der ihm jede finanzielle Hilfe versagte, als *Büchner*, um einem Arrestbefehl zu entgehen, nach Straßburg floh. 1835 wurde gegen ihn ein Steckbrief erlassen, worin die ausländischen Behörden ersucht wurden, ihn „wohlverwahrt“ an das oberhessische Hofgericht auszuliefern.

Die anderthalb Jahre, die er bei seinem zweiten Aufenthalt in Straßburg verweilte, waren die fruchtbarsten seines kurzen Lebens. Bald nach seiner Ankunft übersetzte er, zwar ohne Enthusiasmus, für den Verlag Sauerländer zwei Dramen *V. Hugos*: *Lucretia Borgia* und *Maria Tudor*. Inzwischen hatte *Büchner* den Entschluß gefaßt, von der praktischen Medizin zu den Naturwissenschaften überzugehen, bestärkt durch zwei vorzügliche Dozenten, den Physiologen und Anatomen *E. A. Lauth* und den Begründer der wissenschaftlichen Paläontologie *Georges Louis Duvernoy*. In diesem neuen Wissensgebiet, auf dem, wie er sich seinen Eltern gegenüber rechtfertigt, „noch genug Raum ist, um etwas Tüchtiges zu leisten“, verfertigte er in den Wintermonaten des Jahres 1835 an frischgefangenen Fischen Präparate vom Herzvorhof bis zum Seitennerv des Rumpfes, mit dem Ergebnis, daß er im April und Mai 1836 in der „Société d'histoire naturelle de Strasbourg“ eine Abhandlung über „le système nerveux du Barbeau (*Cyprinus Barbus* L.)“ bekanntgeben konnte. Auf Antrag der beiden oben erwähnten Dozenten wurde diese Arbeit gedruckt und *Büchner* selbst zum korrespondierenden Mitglied ernannt.

Daß er daneben dichterisch auch noch tätig war, beweist die Bemerkung in einem seiner Briefe an seine Familie: „Jedenfalls könnte ich von meinen schriftstellerischen Arbeiten leben. Ich würde mir noch weit mehr verdienen können, wenn ich mehr Zeit darauf verwenden wollte, aber ich bin entschlossen, meinen Studienplan nicht aufzugeben.“ So entstand auch auf Ersuchen seines Verlegers *Gutzkow* zu Beginn des Jahres 1836 das Fragment gebliebene Prosastück „Lenz“. Noch während der Niederschrift hielt er inne, um sich an der Konkurrenz für das beste deutsche Lustspiel mit „*Leonce und Lena*“ zu beteiligen. Wegen Nichteinhalten der Wettbewerbsbestimmungen wurde ihm das Manuskript uneröffnet zurückgesandt und blieb verschollen, bis es erst 1850 in den nachgelassenen Schriften erschien.

Im September 1836 reichte *Büchner* seine Arbeit über das Nervensystem der Barbe an die Universität Zürich ein, womit er die philosophische Doktorwürde erlangte. Im Oktober desselben Jahres reiste er nach Zürich, um seine Probevorlesung über die Schädelnerven der Fische zu halten, obwohl er ursprünglich über ein Thema der spekulativen Philosophie sprechen wollte, durch die Gegenwart des Psychologen und Pädagogen *Eduard Bobrik* aber davon abgekommen war.

Kurze Zeit später wurde *Büchner* unter die Privatdozenten der Universität Zürich aufgenommen und im WS 36/37 kündete er sodann eine Vor-

lesung über die vergleichende Anatomie der Amphibien und Fische an. Über diese erste und einzige Semestervorlesung berichtet der Arzt Dr. *August Lüning* u. a.: „Was aber dieser Vorlesung vor allem ihren Wert verlieh und was dieselbe für ihre Zuhörer so fesselnd machte, das waren die fortwährenden Beziehungen auf die Bedeutung der einzelnen Teile der Organe und auf die Vergleichung derselben mit höheren Tierklassen, wobei sich *Büchner* aber von den damaligen Übertreibungen der sogenannten „naturphilosophischen“ Schule (*Oken*, *Carus* etc.) weislich fernzuhalten wußte. Das waren ferner die ungemein sachlichen, anschaulichen Demonstrationen an frischen Präparaten, die *Büchner*, bei völligem Mangel daran, an der noch so jungen Universität, sich größtenteils selbst beschaffen mußte. So präparierte er z. B. das ganze Kopfnervensystem der Fische und der Batrachier auf das sorgfältigste an frischen Exemplaren, um die Präparate jedes Mal zu den Vorlesungen verwenden zu können.“ Diese Schilderung rückt auch *Büchners* eigene Bemerkung an seinen Bruder Wilhelm: „Ich sitze am Tage mit dem Skalpell und nachts mit den Büchern“ in ein ganz anderes Licht, erklärt aber vor allem auch in mancher Beziehung seine morphologischen Andeutungen in seinem dichterischen Schaffen.

Trotz der gastfreundlichen Aufnahme in Zürich vergleicht *Büchner* in einem unveröffentlichten Tagebuch seinen psychischen Zustand in dieser Stadt mit einem Herbstabend. Das Ende dieses Vergleiches habe gelautet: „Ich fühle keinen Ekel, keinen Überdruß, aber ich bin sehr, sehr müde!“ und dazu habe er den Wunsch gesetzt: „Der Herr schenke mir Ruhe!“.

Anfangs Februar 1837 erkrankte er, noch ganz am Anfang seiner strahlenden Laufbahn, an Typhus, der ihn in wenigen Tagen dahinraffte. Am 21. 2. 1837 brachte das „Tagblatt der Stadt Zürich“ die kurze Notiz: „Heute wurde beerdigt Herr *Georg Büchner* von Darmstadt, Privatdozent an der hiesigen Hochschule, des Herrn Medizinalrates Dr. *Büchner* ehelich geliebter Herr Sohn, seines Alters 23 Jahre 4 Monate und 2 Tage.“

III. *Georg Büchner als Morphologe*

Der Morphologe *Büchner* tritt uns in zwei Arbeiten gegenüber, die wohl zeitlich nach ihrer Abfassung auseinanderliegen, inhaltlich aber sehr viel Gemeinsames aufweisen, indem sie sich beide mit dem Nervensystem befassen und dabei besonders das Gebiet der Hirnnerven berücksichtigen. Die erste Arbeit, die zugleich seine Doktorarbeit wurde, beschäftigt sich mit dem Nervensystem der Barbe und unterteilt sich in zwei große Kapitel, nämlich den rein descriptiven und den philosophischen Teil. Wenn wir uns in unserer Betrachtung zunächst dem descriptiven Teil zuwenden, so will ich hierbei zuerst die Aufgabe präzisieren, die ich meiner Darstellung zu Grunde gelegt habe. Es sei in den folgenden Betrachtungen *Büchners* Anschauung anhand seiner morphologischen Studien wiedergegeben, ohne in

den Einzelheiten auf die Stellungnahme seiner Vorgänger einzugehen, sofern sie für *Büchner* von geringerer Bedeutung war. Darauf wollen wir seine Forschungen mit der heutigen Auffassung vergleichen, um zu eruieren, was er richtig erfaßt hat, und in welchen Punkten er irrte.

Büchner beginnt in seiner Arbeit „*Sur le système nerveux du barbeau* (*Cyprinus Barbus L.*)“ mit der Darstellung des Rückenmarks und der Bahnen. Dabei geht er von den Ansichten *Gottsches* aus, der vier Bahnen unterschied, sowie denjenigen *Serres'*, der deren acht nannte, und *Laurentet's*, der den acht von *Serres* auf jeder Seite noch drei hinzufügte. *Büchner* stellt sich nun zur Aufgabe, die Zahl der Bahnen, ihren Verlauf im Gehirn und die Beziehungen zu den Hirnnerven festzulegen.

Er beginnt seine Ausführungen mit einer Beschreibung des Rückenmarks. Bei der äußeren Inspektion fallen zwei Rillen auf, eine „obere“ und eine „untere“, die das Rückenmark in zwei seitengleiche Hälften teilen. Allein im obersten Abschnitt ist noch auf jeder Seite eine seitliche zu sehen, die durch das Hervortreten der unteren Stränge der Pyramiden zustande kommt.

Auf dem Querschnitt bietet das Rückenmark die Form eines Dreiecks. Die Oberfläche zeigt vier Furchen, die obere Rille, die dem *sulcus medianus dorsalis* unserer heutigen Nomenklatur entspricht, die beiden seitlichen Rillen, die den *sulci limitantes externi* gleichkommen, die in der Entwicklung die Grundplatten von den Flügelplatten trennen und die untere Furchen, die wir heute als *fissura mediana ventralis* bezeichnen.

Die graue Substanz, die nach *Büchner* von sehr weicher Konsistenz ist und auf dem Schnitt gelblich erscheint, hat die Form eines Dreiecks mit ventral gelegener Basis. Durch diese Anordnung der Kernsubstanzen kommt nach *Büchner* eine deutliche Vierteilung der weißen Substanz zustande, indem man vier verschiedene Stränge (2 dorsale und 2 ventrale) unterscheiden kann.

Daß keine Seitenstränge festzustellen sind, hängt davon ab, daß keine Vorderhörner existieren, obwohl sie von verschiedenen Autoren beschrieben wurden. Die Seitenstränge fallen somit mit den Hintersträngen zusammen. Damit fällt auch die Einteilung von *Bell* dahin, die sich auf die Seitenstränge stützt, und die die Atemnerven von dem übrigen Cerebrospinalnervensystem abtrennt. Wir können demnach nach *Büchner* vier der Atemnerven *Bells* finden:

- n. vagus
- n. glossopharyngicus
- n. facialis
- n. trochlearis

Die Vorderstränge, die man mit den Pyramidenvordersträngen vergleichen kann, ziehen entlang der Unterseite des Rückenmarks unter die *commissura ansulata*, wo sie sich in zwei Bündel aufteilen. Das innere ver-

läuft an der Innenseite des Fußes der Unterlappen (*corpora mamillaria*), an welche es Fasern abgibt, und bildet dann den Fuß der Hemisphären, indem es sich strahlenförmig aufsplittert.

Das äußere Bündel verläuft durch die Anhäufung von grauer Substanz die den Thalamus bildet, und teilt sich fächerförmig auf, indem es das innere Blatt der *Lobi optici* („lobes optiques“) darstellt. Die Fasern dieses inneren Blattes sind vollständig vom äußeren getrennt bis zum obersten Drittel, wo sie verkleben und ein Band an der Oberfläche des Gehirns bilden. Es ist diese Formation nach *Gottsche* mit dem Fornix vergleichbar. Nach *Büchner* aber handelt es sich, nach der Farbe zu schließen, um graue Substanz. Die Unterseite der vorn befindlichen Pyramiden zeigt auf beiden Seiten des Mittelstreifens zwei hellere Streifen. Sie scheinen, nachdem sie sich gekreuzt haben, die vorn befindlichen Oberschenkel der *commissura ansulata* zu bilden.

Die hinteren Pyramiden teilen sich nahe der Spitze des 4. Ventrikels in zwei Stränge, wobei der obere die innere Ventrikelwand bildet, um sich dann in die Stiele des Kleinhirns, wo es – wie beim Lebensbaum der höheren Tiere – Fasern in die graue Substanz sendet, und von dort zur Basis des vorderen Torus (*Serres*) zu begeben. *Gottsche* vergleicht diese markhaltigen Oberschenkel mit dem *processus cerebelli ad eminentiam quadrigeminam*. Das untere Bündel geht unter dem Lobus des n. vagus hindurch auf die untere und äußere Fläche des Markes, wo es die laterale Partie bildet, in der die nn. trochlearis, trigeminus, acusticus und glossopharyngicus entspringen. An der Basis des Kleinhirnes liefert es den hinteren Schenkel der *commissura ansulata* und sendet in das Kleinhirn ein Bündel, welches am vorderen Rande des Stieles emporsteigt, sich auf der Oberfläche des Cerebellums ausdehnt und in den inneren Rand der vorderen tori und in das *tuberculum cordiforme* (*Haller*) eintritt. Der Stamm dieses Bündels mischt sich mit den Fasern des oberen Bündels auf der Basis der inneren tori und bildet dort ein beträchtliches markhaltiges Zentrum, von wo aus ein Faserbündel zur Bildung der *commissura anterior* zusammenläuft, um sich nach *Büchner* zu den Hemisphären zu begeben, indem es die obere Partie ihres Stieles bildet. Ein anderes Bündel steigt außerhalb zwischen den Fasern der unteren Pyramiden gegen den Fuß der unteren Lappen ab, die es hauptsächlich bildet. Von diesem markhaltigen Zentrum scheinen die Fasern der *fascia lateralis* und des äußeren Blattes der Wand des lobus opticus herzu kommen. Dieses Blatt aus grauer Substanz ist von Streifen von Marksubstanz durchzogen. Diese *Striae*, horizontal von hinten nach vorne gelegen, laufen am vorderen Teil des Lobus opticus zusammen und bilden den n. opticus. Das äußere Blatt ist aus den Fasern der hinteren Pyramide gebildet, die sich horizontal ausbreiten, indem sie über den vertikalen Fasern verlaufen, die von den hinteren Pyramiden herkommen.

Büchner bezweifelt die Richtigkeit dieser Tatsache, da es keine Kreuzung der Markstränge in antero-posteriorer Richtung gibt. Es wäre selt-

sam, wenn dieses Blatt durch die unteren Pyramiden gebildet würde, die auf der ganzen Länge der Medulla die motorischen Wurzeln der Nerven gebildet haben, und damit in Verbindung mit dem n. opticus gebracht würden.

Nach *Büchner* könnte man die zwei Bündel des corpus restiforme in zwei Stränge teilen, den unteren als spinalen Teil bezeichnen und für den oberen den Namen „corpus restiforme“ reservieren.

Büchner fand ferner zwischen dem spinalen Teil des corpus restiforme und dem unteren Rand der Pyramide ein weiteres Bündel, das mit seinem Gegenüber durch eine ziemlich breite Commissur an der Basis der Lobi des n. vagus verbunden ist. Sein vorderes Ende verschmilzt mit dem äußeren Rand der unteren Pyramide, während sein hinteres Ende mit den oberen Pyramiden verschmilzt.

Nach *Büchner* scheint es dieser Strang und das hintere Bündel des corpus restiforme zu sein, die dem lemniscus von *Gottsche* und dem Bündel des Infundibulum entsprechen.

Büchner glaubt also, daß das Rückenmark der Fische aus vier Strängen zusammengesetzt ist, welche, sich in Membranen ausbreitend oder in die graue Substanz ausstrahlend, das Gehirn bilden.

Längs der Medulla treten 58 Nervenpaare aus, wovon 10 dem cerebralen Abschnitt angehören, nämlich die nn. olfactorius, opticus, oculomotorius, trochlearis, abducens, trigeminus, acusticus, glossopharyngicus, vagus und hypoglossus.

Soweit die Ansicht *Büchners*. Nach unserer heutigen Auffassung sind die meisten Tatsachen, wie er sie darstellte, überholt. So lassen sich zunächst an der grauen Substanz des Rückenmarks deutlich Hinter- und Vorderhörner unterscheiden, wobei allerdings die Vorderhörner sehr viel stärker entwickelt sind.

Damit ist gleichzeitig auch gesagt, daß Seitenstränge existieren, in denen sich die Hinterwurzeln in auf- und absteigende Äste aufteilen (vgl. Abb. 2).

Durch diesen vorwiegenden Verlauf in den Seitensträngen sind die Hinterstränge nur spärlich entwickelt, und die Hinterhörner liegen einander so nahe, daß die graue Substanz den Eindruck eines umgekehrten Y macht. Aus dieser nahen lokalen Beziehung ergibt sich wahrscheinlich auch die irrige Ansicht *Büchners*, nach welcher keine Vorderhörner existieren. Die sekundären Bahnen im Rückenmark kann man nach der heutigen Ansicht in gekreuzte und in ungekreuzte gliedern. Die Ursprungszellen der ersteren sind die Commissurzellen. Deren Axone verlaufen nach der Kreuzung in der commissura ventralis im fasciculus longitudinalis anterior (siehe Abb. 2). Es gibt aber auch Fasern, die eine Strecke weit in den gekreuzten Vordersträngen und dann in den Seitensträngen verlaufen (*v. Gehuchten*) und so einen tractus spino-bulbaris cruciatus bilden. Es handelt

sich dabei offenbar um die sekundär sensible Bahn *Edingers*, welche die primitivsten Sensibilitätsempfindungen führt. Auch ein tractus spino-mesencephalicus dürfte aus solchen Zellen hervorgehen. Seitlich vom Grau der Hinterhörner finden wir den tractus funiculi lateralis, in den Wurzelfasern und Schaltneurone aus den Hinterhörnern einstrahlen, und aus dem gekreuzte Bahnen zum Mittelhirn und Reflexbahnen zur formatio reticularis der Oblongata und ungekreuzte als tractus spino-cerebellaris dorsalis zum Kleinhirn ziehen. Somit haben die grauen Massen im Cervicalmark der Teleostier nichts mit den *Goll*- und *Burdachschen* Kernen der höheren Wirbeltiere gemeinsam.

Als absteigende Neurone stoßen wir auf den tractus vestibulo-spinalis cruciatus lateralis. Eine ähnliche Bahn, aber ungekreuzt, verläuft im ventralen Abschnitt des Vorderstranges caudalwärts: tractus vestibulo-spinalis medialis (vgl. Abb. 2). Bei den Teleostiern finden wir auch noch absteigende Geschmacksfasern, die teilweise im zentralen Längsbündel, teilweise ventrolateral davon ins Cervicalmark ziehen, wo sie in Korrelation mit den Tastempfindungen treten.

Es zeigt sich also, daß *Büchners* Darstellung des Rückenmarks und seiner Bahnen zu wenig genau ist. Wohl sind einzelne Beobachtungen zutreffend, aber in ihrer Gesamtheit scheint seine Auffassung doch zu einfach und unkompliziert und erfaßt nur teilweise die Vielgestalt der Kerne und Bahnen des Rückenmarks bei den Teleostiern.

Vor allem stoßen wir in der Literatur nirgends auf Pyramidenbahnen bei den Teleostiern, sie lassen sich erst bei den Säugern beobachten. Auch ist die Trennung in auf- und absteigende Bahnen bei *Büchner* nur unvollständig durchgeführt. Wir können hier nicht in allen Einzelheiten auf die Beschreibung der Bahnen und Kerngebiete eingehen, wie sie sich heute darstellen, da dies den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde und wir in verschiedenen Punkten in der speziellen Betrachtung noch näher darauf zurückkommen. Zudem soll alles bisher Gesagte in erster Linie dem besseren Verständnis der nun zu betrachtenden Darstellung der Hirnnerven dienen.

1. *n. olfactorius*

Nach *Büchner* trennt sich in kurzem Abstand von den Hemisphären der *n. olfactorius* in zwei Wurzeln, wobei die innere auf die Innenseite der Hemisphäre und des Pedunculus zieht und dort die Commissur der Hemisphären bildet. Die äußere umzieht den Pedunculus außen. Die beiden vereinigen sich vor der Hemisphäre zu einem breiten, flachen Band, das sich nach vorne zwischen der Basis der kleinen Flügel (*Cuvier* und *Bojanus*) und dem vorderen Sphenoid *Cuvier* zieht. Im Sphenoid *Meckels* verdickt es sich zu einem länglichen grauen Ganglion, von dessen Oberfläche Fasern durch die siebartige Membran – nach *Scarpa* mit dem Siebbein zu vergleichen – zur

Schleimhaut ziehen. Der n. olfactorius und sein Ganglion sind von Pia mater überzogen, hingegen fehlt beim n. olfactorius eine Myelinscheide. Beim Hecht liegt das Ganglion am Anfang des Nerven und steht durch einen Stiel mit der Hemisphäre in Verbindung. Die von ihr ausgehenden Fasern bilden vor dem Eintritt in die Nasenhöhle einen Plexus.

Nach unserer heutigen Erkenntnis unterscheiden wir ebenfalls zwei Arten von bulbus olfactorius, die gestielten bulbi, wie sie *Büchner* bei den Cyprinoiden beschrieb, und die ungestielten, bei denen er den Hecht als Beispiel anführt. Es handelt sich also bei der Barbe nicht um ein ganglion olfactorium sondern um Hirnsubstanz, wobei die Verbindung dieser peripheren Anschwellung mit den Hemisphären als Riechstiel zu bezeichnen ist. Es erübrigt sich damit auch festzustellen, daß der nervus olfactorius sich nicht aus zwei Wurzeln aufbaut, wenn wir annehmen, daß bis zum bulbus olfactorius alles Gehirnsubstanz darstellt.

2. n. opticus

Der n. opticus bildet sich nach *Büchner* aus dem äußern Blatt des gyrus opticus und erhält außerdem ein Bündel aus der fascia lateralis. Die nn. optici umgehen von oben nach unten den Pedunculus der Hemisphären und kreuzen sich im trigonum fissum. Vor dieser Kreuzungsstelle befindet sich die commissura transversa (*Haller*), durch welche die beiden Seiten miteinander verbunden sind. Die Kreuzung der nn. optici ist vollständig. Er erhält, nachdem er sich gekreuzt hat, eine fibröse Scheide aus Periost und gelangt durch ein Loch des kleinen Flügels in die Orbita. Die Eintrittsstelle in den Bulbus fällt nicht mit der Achse des Organs zusammen, sondern liegt weiter lateralwärts. Im Bulbus breitet er sich fächerförmig aus und bildet die Retina. Diese ist nach *Carus* in zwei Blätter geteilt, ein äußeres und ein inneres, wobei nur im letzteren sichtbare Fasern nach der Peripherie strahlen.

Das zentrale Verhalten des Sehnerven weicht nach unserer heutigen Ansicht von derjenigen *Büchners* ab. Der tractus opticus verläuft an der Außenfläche des Thalamus nach oben, nachdem sich von ihm ein kleines Bündel (fasciculus medialis n. optici) abgespalten hat, welches in die mediale periventriculäre Substanz des Zwischenhirns eindringt und an der Ventrikelspalte entlang in laterodorsaler Richtung zum Tectum zieht. Auf dem Wege gibt die Hauptmasse des n. opticus Kollateralen an das ganglion geniculatum laterale ab. Dieser Opticusfaserschicht schließen sich Fasern aus dem corpus geniculatum laterale, aus dem brachium tecti und Elemente der commissura minor an. Diese drei Fasersysteme, von denen die Opticusfasern in der Mehrzahl sind, bilden zusammen die oberflächliche Faserschicht des Tectum oder das äußere Blatt, wie es *Büchner* bezeichnet.

Im Chiasma tritt, wie es *Büchner* richtig beobachtet hat, eine vollständige Kreuzung ein, indem der eine Nerv über dem andern verläuft. Un-

richtig hingegen ist die Annahme *Büchners*, daß der fasciculus opticus die Retina bilde. Diese ist embryologisch ein Hirnteil und als solcher auch bei den Teleostiern, wie beim Menschen aus mehreren Schichten – und nicht nur aus zwei – aufgebaut, die bei den Knochenfischen schon deutlich von einander getrennt werden können. Die Fasern aus der Ganglienzellschicht verlaufen in der Nervenfaserschicht und sammeln sich in der Papille zum fasciculus opticus. Dieser Irrtum scheint mir nicht so sehr aus dem Originaltext hervorzugehen, wo es heißt: „...après être aplati en bande, il (le nerf optique) s'épanouit pour former la rétine . . .“, sondern aus der immer wieder auftauchenden Darstellung des Opticus, in der dieser als isoliert gebliebene sensible Wurzel beschrieben wird.

3. *n. oculomotorius*

Nach *Büchner* liegt der Ursprung dieses Nerven zwischen den Schenkeln der commissura ansulata. Nach seinem Austritt ist er zuerst durch den lobus mamillaris verdeckt, verläuft dann an der inneren Seite des ganglion Gasseri und verteilt sich nach seinem Durchtritt durch ein kleines Loch des Sphenoids (*Cuvier*) an dieselben Augenmuskeln wie beim Menschen.

Wie *Büchner* festgestellt hat, anastomosiert er mit dem *n. ophthalmicus*. Aus dieser Verbindung geht eine feine Faser in den Bulbus. Sie verläuft in der Chorioides und teilt sich in zwei Fasern, die sich in der Iris fächerförmig aufsplintern. Der der Iris zugeteilte Nerv des dritten Paares widerspricht aber der Unbeweglichkeit dieses Organs bei den Fischen. Wie *Rosenthal*, so hat aber auch *Büchner* konstatieren können, daß sich die Pupille auf Lichtreiz verändert.

Der Oculomotoriuskern liegt, wie wir heute wissen, genau dort, wo ihn *Büchner* lokalisiert hat. Es wäre vielleicht noch darauf hinzuweisen, daß die Kernzone eine erhebliche ventrale Ausbuchtung aufweist und nur noch durch die commissura ansulata von der Basis getrennt ist. Dabei sind zwei Regionen zu unterscheiden, der dorsolaterale Oculomotoriuskern und der ventromediale. Auch der periphere Verlauf und die Innervationsgebiete der beiden Äste, ramus inferior und superior, steht in Übereinstimmung mit der heute geltenden Ansicht. Auch können wir *Büchners* Beobachtung einer Pupillenreaktion bestätigen.

Die Verhältnisse einer Anastomose von *n. oculomotorius* und *ophthalmicus* sind nicht ganz klar. So herrschen schon über die Zugehörigkeit des ganglion ciliare Meinungsverschiedenheiten. Sicher gehört ein Teil dem *n. oculomotorius* und ein Teil dem *n. ophthalmicus* an. Das ganglion ciliare und das ganglion Gasseri liegen oft so nahe beieinander, daß eine Trennung überhaupt nicht möglich ist. So nur ist die Annahme einer Anastomosierung denkbar.

Es muß sich demnach bei der von *Büchner* beobachteten Faser nicht um eine des *n. ophthalmicus* oder *oculomotorius* handeln, sondern viel eher

um eine Faser parasymphathischer Herkunft aus dem ganglion ciliare. Eine unmittelbare Beziehung des n. ophthalmicus profundus zum Auge durch die nn. ciliares longi läßt sich bestätigen.

4. n. trochlearis

Büchner beschreibt den Austritt dieses Nerven auf der seitlichen Fläche der medulla am äußeren Rande der vorderen Pyramidenstränge, ein wenig über und vor der vorderen Wurzel des Trigeminus. Als Ursprungspunkt nimmt er die vorderen Pyramiden an. Der Nerv gleitet an der Innenseite des ganglion Gasseri durch den kleinen Flügel und versorgt – wie beim Menschen – den m. obliquus superior.

Der Trochleariskern der Teleostier wird nach neueren Angaben dorso-lateral vom fasciculus longitudinalis posterior lokalisiert. Von dort umgreifen die Fasern den Aquaeductus Sylvii und kreuzen sich im velum medullare, von wo sie sich lateralwärts umwenden und unter dem tectum opticum austreten. Die Kernsubstanz liegt also nicht, wie *Büchner* glaubte, in der Medulla sondern im Mesencephalon. Daraus ergibt sich auch der falsche Ursprungsort und die unrichtig beschriebene Austrittsstelle.

5. n. abducens

Sein Ursprung wird von *Büchner* wiederum in die vorderen Pyramiden verlegt, von wo er mit zwei Fasern sich sofort nach außen richtet. Er zieht durch einen eigenen Kanal zwischen der ala magna, ala parva und der konkaven Seite des Sphenoidkörpers in die Orbita und senkt sich in den hinteren Teil des m. rectus bulbi temporalis. *Büchner* glaubt auch eine Anastomose von Sympathicus und Abducens gefunden zu haben.

Der Nerv besitzt zwei getrennte Kerne, aus denen zwei Wurzeln ventralwärts ziehen. Das Kerngebiet liegt lateral vom fasciculus longitudinalis centralis, nahe der Basis des Gehirns. Nach seinem Eintritt in die Orbita senkt er sich in den m. rectus lateralis. Eine Anastomose mit dem Sympathicus wird nirgends beschrieben.

6. n. trigeminus

Der Trigeminus entsteht aus den seitlichen Teilen der Medulla durch zwei Wurzeln, einer vorderen und einer hinteren. Die vordere beginnt ganz nahe dem äußeren Rand der vorderen Pyramiden, während die hintere Wurzel weiter caudal und dorsal entspringt. Die Fasern der hinteren Wurzel bilden einen Plexus, in dem sich das ganglion Gasseri befindet. Die vordere Wurzel ist an der Innenfläche dieses Ganglions gelegen, zieht dem vorderen Rand entlang und geht dort in den Stamm, von wo die beiden Äste hervorgehen: n. maxillaris inferior und n. opercularis. Die beiden Wurzeln des Trigeminus sind nach *Büchner* mit der portio maior und minor des

Menschen zu vergleichen. Bei der Barbe und beim Karpfen beobachtete *Büchner* fünf Äste, die aus dem Ganglion hervorgehen:

- n. ophthalmicus
- n. maxillaris superior
- n. maxillaris inferior
- n. opercularis
- n. recurrens.

a) n. ophthalmicus von *Willis*:

Dieser entspringt aus dem oberen Rand des Ganglions und teilt sich in zwei Äste, zwischen denen sich die vordere Wurzel des Trigeminus hindurchzieht. Gleich nach seinem Ursprung trennt sich eine Faser, die durch den Kanal des n. maxillaris zum Bulbus zieht und sich in der Iris aufsplittert, nachdem sie eine Verbindungsfaser zum dritten Paar abgegeben hat. Der n. ophthalmicus verläuft weiter durch den kleinen Flügel des Sphenoids und durchzieht die Orbita an ihrem oberen Rand. Er gibt Fasern an das Fettgewebe und den membranösen Teil der Orbita ab. Nach seinem Durchtritt durch den Kanal zwischen der unteren Fläche des os frontale und der oberen Fläche des os frontale anterius *Cuvier*, teilt er sich in zwei Fasern, eine obere und eine untere, welche die Nasenlöcher umgeben.

b) n. maxillaris superior:

Er löst sich vom oberen inneren Rand des Ganglions, um sich, nachdem er auch einen Kanal des corpus sphenoidale passiert hat, der inneren Seite der Orbita entlang zu ziehen. Nach seinem Durchtritt zwischen dem os frontale anterius und os palatinum verläuft er dem Vomer entlang und bildet dort eine Art Plexus mit einem Ast des n. maxillaris inferior. Aus diesem Nervengeflecht entfernen sich drei Äste für den Oberkiefer.

c) n. maxillaris inferior:

Vom vorderen Rand des Ganglions verläuft dieser Nerv durch den Boden der Orbita, wo er sich in zwei Äste aufteilt. Der obere gibt eine oder zwei Fasern an die Schnauze ab und bildet dann mit dem n. maxillaris superior den schon beschriebenen Plexus. Der untere gibt einen Ast an den „m. crotaphytus“ und teilt sich dann auf der Innenseite des os maxillare wiederum in zwei Äste. Der obere tritt durch ein Loch des os maxillare, das dem foramen infraorbitale entspricht und verteilt sich in der Oberlippe. Der untere Ast bildet einen Plexus mit den vorderen Fasern des opercularen Astes. Von diesem Plexus ziehen Fasern zum m. geniohyoideus und zur membrana buccalis.

d) n. opercularis:

Er entsteht aus dem Ganglion unter dem n. maxillaris inferior und tritt durch ein Loch des großen Flügels aus dem Schädel aus. Kurz nach seinem Austritt erhält er eine Verbindungsfaser des Sympathicus und schickt eine lange Faser nach hinten zu den Respirationsmuskeln. Diese

Faser anastomosiert dann mit Fasern des Vagus, um sich in der Membran, die die innere Fläche des Operculums überkleidet, zu verlieren. Eine andere Faser zieht zum m. dilatator des pterygotympanalen Apparates. Der n. opercularis tritt dann in den Kanal des os quadratum und erscheint auf der Backe. Er durchdringt den „m. crotaphytus“ und teilt sich in drei Äste. Der vordere bildet den genannten Plexus mit dem n. maxillaris inferior, die beiden hinteren verteilen sich zu den Muskeln.

Die Verhältnisse liegen beim Hecht insofern anders, als man keinen recurrenten Ast finden kann. Dagegen entdeckt man eine nach *Büchner* als n. ophthalmicus accessorius bezeichnete Faser, die sich vom Stamm des Trigeminus nach seinem Austritt aus dem Schädel löst. Sie anastomosiert mit dem dritten Paar, gibt die ciliare Faser des n. ophthalmicus ab und vereinigt sich dann mit dem n. ophthalmicus superior. Der n. maxillaris superior verläuft nicht getrennt vom maxillaris inferior, sondern mit ihm gemeinsam durch dasselbe Loch. Er geht unter dem unteren Rand der Nasenlöcher vorbei und teilt sich in zwei Äste, wovon der obere dem Vomer entlang der Schnauze entgegenzieht, während der untere für das os maxillare und intermaxillare bestimmt ist.

Nach neueren Angaben stimmen die Wurzelgebiete und die Nervenaustrittszonen mit denjenigen *Büchners* überein. Wir bezeichnen die beiden absteigenden sensiblen Wurzeln heute als pars maxillo-mandibularis die obere, als pars ophthalmica profunda die untere, die durch den n. vagus getrennt werden. Neben diesen beiden existiert aber noch eine radix mesencephalica, ebenfalls sensibel, die unter dem frontalen Abschnitt des tectum opticum liegt. Der periphere Ausläufer dieser Zellen verläuft unterhalb des ventriculus tecti optici rückwärts und tritt im frontalen Abschnitt der Wurzelaustrittszone des Trigeminus aus.

Nicht berücksichtigt bei *Büchner* finden wir die motorische Wurzel, deren Kerngebiet sich weit nach hinten bis zum Niveau des Facialiswurzel-eintritts ausdehnt.

Aus der gegebenen Darstellung läßt sich der Trigeminus wie folgt gliedern:

1. n. maxillo-mandibularis mit dem ganglion maxillo-mandibulare
 - a) n. mandibularis
 - b) n. maxillaris
 - c) n. ophthalmicus superficialis
2. n. ophthalmicus profundus mit ganglion ophthalmicum

Daraus geht hervor, daß es sich beim ganglion n. trigemini der niederen Vertebraten nicht um ein einheitliches Gebilde, ähnlich dem ganglion Gasseri des Menschen handelt, sondern daß sich mehrere Zellanhäufungen finden, die allerdings so eng beieinander liegen, daß sie zu einer schwer entwirrbaren Einheit werden.

Bei der Einteilung *Büchners* muß es sich beim n. maxillaris inferior um den n. mandibularis unserer heutigen Nomenklatur handeln.

Der n. ophthalmicus setzt sich, wie *Büchner* es richtig beschreibt, aus zwei Anteilen zusammen, der pars ciliaris, die aus Verbindungsästen mit dem ganglion ciliare und Ästen, die sich zum Bulbus begeben, besteht, sowie aus der pars nasalis.

Auch die Schilderung des n. maxillaris superior und inferior (= mandibularis) entsprechen vollständig unserer heutigen Erkenntnis. Hingegen finden wir nirgends Angaben über einen opercularen und recurrenten Ast bei den Teleostiern. Nach dem Innervationsgebiet zu schließen, muß es sich beim n. opercularis um den motorischen Anteil des Trigeminus handeln. Sie sind zwar alle ausnahmslos Äste des n. mandibularis, können aber als selbständige Äste erscheinen oder sich dem n. maxillaris oder ophthalmicus anschließen.

7. n. acusticus

In der Beschreibung *Büchners* inserieren die Wurzeln des n. acusticus auf der Medulla hinter denjenigen des Trigeminus. Nach ihrem Austritt bilden die beiden Wurzeln zwei breite flache Bänder, wobei das obere die beiden ampullae anteriores und das vestibulum, das untere den sacculus versorgt. Dabei unterteilt sich jeder ampulläre Nerv in zwei Fasern, die sich beiderseits vom Septum verbreiten.

Die Beobachtung *Büchners*, wonach der n. vestibularis – wie er richtiger bezeichnet wird – mit zwei Wurzeln, der ventralen und der dorsalen aus der medulla oblongata entspringt, entspricht unserer heutigen Auffassung vollständig. Dasselbe gilt auch für die Verteilung an die Perceptionsstellen, die in neuerer Literatur genau gleich angegeben wird.

8. n. glossopharyngicus

Er beginnt nach *Büchner* vor dem Lobus des n. vagus und stößt fast an die obere Wurzel dieses Nerven. Nach seinem Austritt richtet er sich nach vorne, verdickt sich zu einem Ganglion und teilt sich nahe dem oberen Ende der ersten Kieme in zwei Äste. Der hintere verhält sich ganz wie ein Kiemennerv. Eine feine Faser verbreitet sich längs der äußeren Seite der Zunge. Der vordere Ast unterteilt sich sogleich in vier bis fünf Äste, die sich auf der membrana buccalis ausbreiten.

Beim Hecht entsteht der n. glossopharyngicus gemeinsam mit der vorderen Wurzel des Vagus, von der er sich bald trennt. Bei ihm läßt sich kein vorderer Ast feststellen, der n. glossopharyngicus des Hechts ist ausschließlich für die erste Kieme bestimmt.

Der Ursprungsort wird von *Büchner* richtigerweise in den Lobus des n. vagus verlegt, so daß man diese halbmondförmige Verdickung der Ob-longata heute direkt als Lobus glossopharyngici et vagi bezeichnet. Das

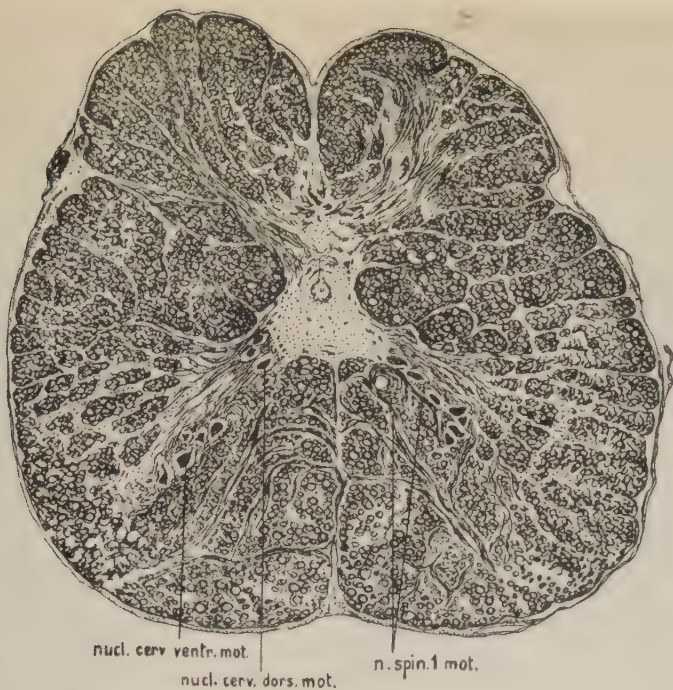


Fig. 1

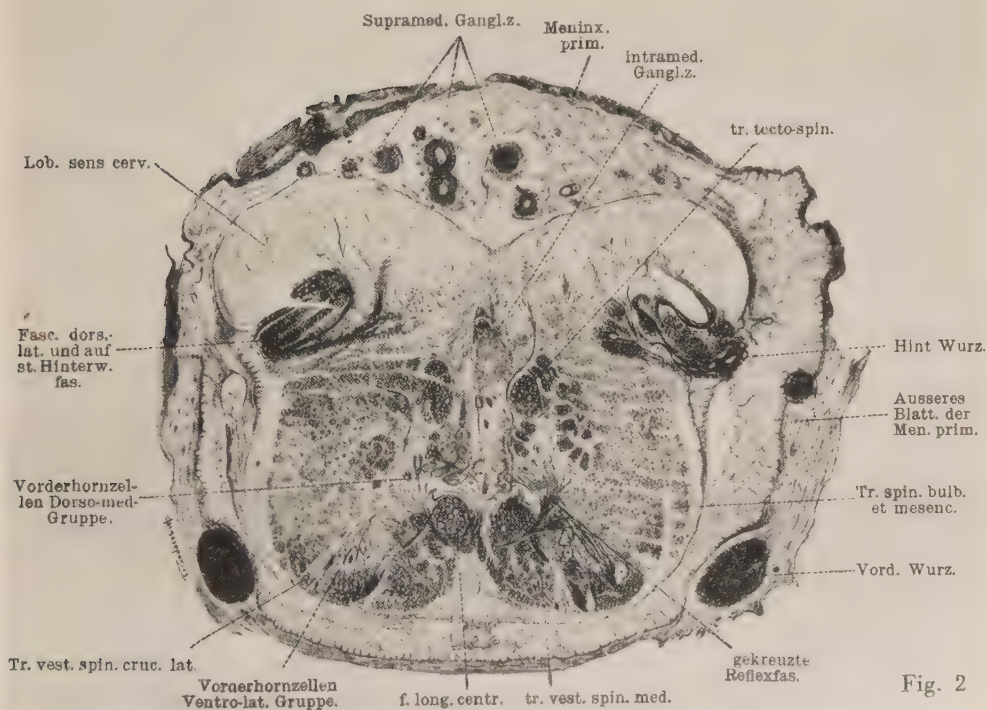


Fig. 2

Fig. 1. Das Rückenmark von *Salmo fario* auf dem Niveau des ersten Spinalnerven, nach van der Horst (Fig. 69 aus Ariëns Kappers 1920). Fig. 2. Querschnitt durch das obere Cervicalmark von *Lophius piscatorius* (Fig. 70 aus Ariëns Kappers 1920).

nach seinem Austritt beobachtete Ganglion, das, wie man heute weiß, noch einen kräftigen Ast des Sympathicus aufnimmt, läßt sich bestätigen. Nach dieser Zellanhäufung teilt sich der Nerv in drei Äste:

1. r. pharyngicus dorsalis
2. r. praetrematicus (= ramus anterior)
3. r. posttrematicus

Der ramus pharyngicus dorsalis und der ramus praetrematicus verbinden sich bei den Teleostiern zu einer Einheit und versorgen gemeinsam die Schleimhaut rostral von der Pseudobranchie. Der posttrematische Ast gibt ebenfalls Fasern an die erste Kieme ab, verbreitet sich aber in seiner Endaufsplitterung ganz im hinteren Zungenteil.

9. *n. vagus*.

In Büchners Darstellung entspringt dieser Nerv mit zwei Wurzeln, einer vorderen, die auf dem Rand des vierten Ventrikels inseriert und einer hinteren, die aus den unteren Strängen der Medulla entsteht. Sie verlassen, zusammen mit dem oberen Ast des *n. recurrens* den Schädel durch ein Loch des occipitalis lateralis (*Cuvier*), wo sie sich zu einem Ganglion vereinigen. Von ihm gehen folgende Äste aus:

eine Faser, die sich im Fettgewebe des Schädels verbreitet und zwei andere Fasern für die Kiemenmuskeln. Daneben ziehen Äste zum gustatorischen Organ, zu den Pharynxzähnen, zum Herz, zum Verdauungstractus und zur äußeren Fläche des Rumpfes. Die Kiemennerven gelangen in der Dreizahl an jede Kieme, eine für die innere konkave und zwei für die äußere rinnenförmige Seite.

Die Äste zu den Pharynxzähnen verhalten sich ähnlich wie die Kiemennerven, weshalb der Gedanke *Rathkes* naheliegend scheint, die Kiemenzähne als umgewandelte Kiemen anzusehen.

Der intestinale Vagusteil gibt Fasern an die Muskeln der Pharynxzähne und ans Herz ab. Der Hauptstamm durchbricht dann das Diaphragma, gibt Äste an den Oesophagus ab und verbindet sich zu einem einzigen Stamm mit dem *n. splanchnicus* des Sympathicus.

Der hintere und umfangreichste Ast des Vagus ist der große laterale Nerv, welcher den Stamm auf seiner ganzen Länge begleitet und in zwei feinen Fasern, die für die hinteren Flossen bestimmt sind, endet.

Nach *Büchner* anastomosiert der Vagus mit den Spinalnerven, und zwar mit allen. Ebenso ist er der Ansicht, daß von ihm Hautäste abgehen, vor allem vom lateralen Ast.

Beim Hecht liegen die Verhältnisse im großen und ganzen gleich. Bemerkenswert scheint nach *Büchner* der große intestinale Ast zur Schwimmblase, der die Annahme, daß es sich bei diesem Organ um einen ersten Ansatz einer Lunge handelt, rechtfertigt.

Das Wurzelgebiet des Vagus liegt im hinteren Teil der visceralen Zellsäule. Von ihr aus ziehen zwei Wurzeln zur Ganglienmasse, von der aus sich die verschiedenen Fasern entfernen. Die branchialen Äste bestehen, wie *Büchner* es schon beschreibt, aus drei Teilen:

1. ramus pharyngicus dorsalis
2. ramus praetrematicus
3. ramus posttrematicus,

wobei 1 und 2 in gewisser Weise zusammen gehören. Der 2. Hauptanteil des Vagus, der ramus intestinalis besitzt verschiedene Funktionsglieder: somato-sensible, viscero-sensible und somato-motorische Anteile, die sich auf die von *Büchner* beschriebenen Eingeweide verteilen.

Beim lateralen Vagusast *Büchners* muß es sich um den Vagusanteil des n. lateralis metaoticus handeln, der sich dem n. glossopharyngicus anschließt und ein selbständiges kleines Ganglion bildet.

Eine Angabe über eine Anastomose mit Spinalnerven findet sich in der neueren Literatur nicht, hingegen läßt sich *Büchners* Ansicht in bezug auf die Hautäste vollauf bestätigen, werden doch heute unter den vier Ästen von dorsalen Vagusästen somato-sensible für die äußere Haut aufgeführt.

10. n. hypoglossus

Er entsteht nach *Büchner* aus der Medulla mit 2 Wurzeln, einer unteren (ventralen) und einer oberen (dorsalen), genau gleich wie die Spinalnerven. Die obere (dorsale) Wurzel verdickt sich an der Vereinigungsstelle zu einem kleinen Ganglion. Von dieser Verbindungsstelle entspringt der untere Teil des ramus recurrens. Der Stamm zieht durch das große ovale Loch in der hinteren Fläche der pars lateralis des os occipitale und teilt sich in 2 Äste. Der vordere umgeht die Pharynxmuskulatur, an die er Fasern abgibt und verläuft zum m. sternohyoideus (*Cuvier*), während der hintere sich mit dem ersten Spinalnerven verbindet und sich in die Muskeln der pectoralen Flosse verteilt.

Trotzdem *Büchner*, entgegen der Auffassung vieler anderer Autoren, auf der Existenz eines n. hypoglossus beharrt, läßt sich in der Literatur nirgends eine entsprechende Angabe finden. Bei den Fischen wird im Allgemeinen das Vorkommen eines Hypoglossus gelegnet und der ihm entsprechende Nerv als I. Spinalnerv angesehen.

11. Spinalnerven

Längs der Medulla entspringen 48 Nervenpaare bei der Barbe, 38 beim Karpfen, wovon die 4 ersten der Brustflosse, die nächsten 10–16 der abdominalen und die 5 letzten der hinteren Flosse zugeteilt sind. Jeder Spinalnerv bildet sich aus zwei Wurzeln. Die dorsale ist sehr fein und zeigt im foramen intervertebrale eine dreieckige Anschwellung, das ganglion spi-

nale. Von seiner Spitze verläuft eine Faser rückläufig, um zu den Spinalmuskeln zu gelangen. Ebenso entsendet die ventrale Wurzel vor ihrer Verbindung zum Stamm eine rückläufige Faser für die mm. spinales.

Die zwei Wurzeln treten immer zwischen zwei Wirbeln aus und verbinden sich in einiger Entfernung zu einem Stamm, der sich sogleich in zwei Äste, einen tiefen und einen oberflächlichen teilt. Der oberflächliche ist sehr fein und verliert sich in der oberen Lage des lateralen Muskels, wo er mit dem ramus lateralis n. vagi anastomosiert. Der tiefe Ast zieht in den mm. intercostales längs dem vorderen Rande der hinteren Rippe ventralwärts. Er anastomosiert mit dem Sympathicus. An der Medulla läßt sich im Gegensatz zu den höheren Tierklassen, im Bereiche des Nervenabgangs zu der Brust- und Bauchflosse keine intumescencia cervicalis und lumbalis finden. Ebenso fehlt die Aufsplitterung zur cauda equina, da die Wurzeln die Medulla auf der ganzen Länge im rechten Winkel verlassen.

Diese Anordnung, wie sie von *Büchner* beschrieben wurde, hat im allgemeinen auch heute noch Gültigkeit. Es ist hinzuzufügen, daß nach Untersuchungen von *Herrick* sich der motorische Ast nicht mit dem dorsalen Ast des zugehörigen sensiblen Nerven vereinigt, sondern mit demjenigen des nächstfolgenden Segmentes. Ferner scheint bemerkenswert, daß bei den Fischen neben dem ventralen und dorsalen Ast noch ein ramus medius besteht. *Fürbringer* beschreibt ihn als ramus dorsolateralis, welcher von der ventralen Wurzel des ramus ventralis abgeht und den unteren Teil der dorsalen Rumpfmuskulatur innerviert. Über einen sensiblen Anteil dieses Nerven spricht sich aber *Fürbringer* nicht aus.

12. Sympathicus

Der Sympathicus der Barbe zeigt nach *Büchner* verschieden starke Entwicklung. Während der abdominelle Teil nur aus einem dünnen Faden besteht, sind die thoracalen und cephalen Abschnitte auffälliger und weisen kleine Ganglien auf, die mit den ventralen Ästen der Spinalganglien anastomosieren. Es finden sich im ganzen 6 solcher Ganglien. Das erste ist sehr umfangreich und steht in inniger Berührung mit dem opercularen Ast des Trigemini, sowie auch mit dem Ganglion n. glossopharyngici, mit dem es durch zwei Fasern in Verbindung steht. Ferner zieht von ihm eine sehr starke Faser zur ersten Kieme.

Das zweite Ganglion ist mit dem ersten durch ein Fasersystem verbunden, aus dem ein Nerv zur zweiten und manchmal auch zur dritten Kieme zieht. Diese Kiemenfasern bilden mit dem n. Vagus einen Plexus pulmonalis oder eher branchialis.

Das dritte Ganglion ist vor dem processus transversus des basilaren Anteils des Os occipitale gelegen und anastomosiert mit dem n. hypoglossus. Es gehen von ihm Fasern zu den beiden letzten Kiemen ab.

Das an Umfang größte aller Ganglien, das vierte, steht mit den zwei ersten Spinalnerven in Verbindung und bildet den n. splanchnicus. Die beiden nn. splanchnici beider Seiten vereinigen sich in einem Ganglion semilunare, aus welchem ein stärkerer Nervenstamm entspringt, der sich auf der a. coeliaca mit dem intestinalen rechten Ast des Vagus verbindet. Seine Äste verzweigen sich zu den Abdominalorganen, Leber, Verdauungstractus, Schwimmblase, Testes (Ovarien), Milz und Nieren.

Die Angaben, wie sie hier von *Büchner* gemacht werden, finden sich als solche unter seinem Namen in dem durchaus modernen Handbuch der vergleichenden Anatomie von *Bolk, Göppert, Kallius* und *Lubosch*.

Nach neuesten Angaben entdeckt man im Anschluß an die Kopfganglien des Sympathicus zwei weitere abdominelle Ganglien an der Wurzel der a. coeliaca, die durch Queranastomosen mit denen der Gegenseite in Verbindung stehen. Aus ihnen, und nicht wie *Büchner* glaubte, aus dem vierten Kopfganglion, gehen die nn. splanchnici ab. Jeder Spinalnerv gibt einen, ganz selten zwei rami communicantes an den Grenzstrang ab. Die beiden Grenzstränge treten getrennt in den Schwanzkanal ein und lassen sich bis zur Schwanzflosse verfolgen, wo sie den plexus caudalis bilden. Von den Grenzsträngen gehen kleine Äste an die Intercostalarterien ab. Die sympathischen nn. ovarici (spermatici) verlassen nicht das vierte Kopfganglion, sondern entspringen aus dem ganglion splanchnicum im hinteren Abdominalteil.

Nach der Betrachtung des Sympathicus wenden wir uns nun dem philosophischen Teil von *Büchners* Arbeit zu. Er stellt sich darin die Aufgabe, zu beweisen, daß 6 Schädelwirbel existieren, denen 6 Schädelnerven entsprechen. Dabei präzisiert er seine Darstellung dahin, daß er nur den ursprünglichen Typus zeigen will, nach dem sich diese Teile entwickelt haben, daß er aber die großen, sicher bestehenden Unterschiede nicht leugnen will. Mit diesem Beweis vertritt er aber auch gleichzeitig die Theorie, daß es sich bei den Schädelnerven um nichts anderes als um umgewandelte Spinalnerven handle. Wir wollen diese Ausführungen hier nicht genauer betrachten, da sie nur eine Wiederholung der Darlegungen in seiner Arbeit über die Schädelnerven darstellen, die wir im Anschluß an diese Betrachtungen einer genaueren Analyse unterziehen.

Wir wollen aber immerhin aus seiner nachfolgenden Arbeit die Ausführungen über das Auge und die Schädelwirbeltheorie vorwegnehmen.

Bei der Besprechung des Auges gibt *Büchner* folgenden Satz Okens wider: „Das Auge ist ein nach außen genommenes Gehirn“.

Wir wollen uns später anhand der Betrachtung des n. opticus dieser Erkenntnis erinnern. Um so unerklärlicher wird uns dann seine Theorie erscheinen, daß eine Nervenwurzel wieder in isolierte Stämme zerfällt, nämlich den n. opticus einerseits, und die Augenmuskelnerven anderseits.

Vorgängig der Schädelwirbeltheorie sei noch kurz *Büchners* Gesetz über die Entwicklung des Gehirns widergegeben. Er sagt wörtlich: „Die ansehnlichere Entwicklung besonderer Organe ist an ein Zunehmen der Masse der Medulla an der Stelle gebunden, wo die Nerven für die stärker entwickelten Organe austreten“. Die Besprechung dieses Satzes wollen wir gleichfalls auf die Ausführungen über die Hirnnerven verschieben.

So ist es nach *Büchner* auch erklärlich, wie die cerebralen Massen sich, den ursprünglichen fünf Nervenpaaren entsprechend, entwickeln. Diesen Paaren entsprechen fünf gerade oder ungerade Verdickungen, die auf derselben Linie, eine hinter der anderen liegen. Dem n. olfactorius entsprechen die Hemisphären, dem n. opticus die gyri optici, dem Trigemini das Kleinhirn, dem n. acusticus das ungerade Tuberculum des vierten Ventrikels, dem Vagus die gyri n. vagi.

Büchner glaubt, daß man dieses Gesetz über die Bildung des Gehirns verallgemeinern könne, indem die cerebralen Massen ursprünglich nur Verdickungen sind, die den Hirnnerven entsprechen. In den höheren Tierklassen verschiebt sich die Entwicklung immer mehr rostralwärts, während der hintere Teil wieder der Medulla ähnlich wird.

Der Hauptteil im philosophischen Abschnitt bildet die Abhandlung über das Kopfproblem. Wir wollen uns auf die Besprechung derjenigen Tatsachen beschränken, die zum bessern Verständnis der später zu betrachtenden Abhandlung dienen.

Büchner gibt zunächst eine Bestimmung der sechs Schädelwirbel, denen die sechs ursprünglichen Gehirnnervenpaare entsprechen. Der auffälligste Übergang von den eigentlichen Wirbeln zu den Schädelwirbeln läßt sich in den ersten drei der Cyprinen erkennen, die schon beim ersten Anblick eine ganz cranielle Form zeigen. Sie beweisen, daß man für jeden Schädelwirbel drei Teile, ein Corpus und zwei laterale Teile suchen muß, die den Arcus bilden.

Wenn man von hinten nach vorne fortschreitet, so entspricht der erste Wirbel dem n. hypoglossus. Das Corpus ist durch den hinteren Teil des basilarischen Abschnittes des os occipitale, der Arcus durch die hinteren Teile der partes laterales ossis occipitalis (*Cuvier*) und der spinale Teil durch das os interparietale *Cuvier* (crista ossis occipitalis *Bojanus*, Hinterhauptsschuppe *Meckel*) gebildet. Dieser Wirbel trägt Processus transversi, welche senkrecht nach unten gerichtet sind und sich zu einem Kanal vereinigen, durch den die Aorta tritt.

Der zweite Wirbel ist derjenige des n. vagus. Das Corpus wird durch den vorderen Teil des basilarischen Abschnittes dargestellt, während der Arcus durch die partes laterales ossis occipitalis *Cuvier* und der Processus spinalis durch die ossa interparietalia (*Bojanus*) formiert werden.

Beim Frosch liegen die Verhältnisse insofern anders, als sich der erste Wirbel vom Schädel losgelöst hat und wieder zu einem Spinalwirbel wurde.

Bei den Säugern sind die zwei ersten Schädelwirbel zu einem Knochenstück verschmolzen, dessen ursprüngliche Teilung noch durch die foramina condylica anteriora und durch die ossa interparietalia, die man bei jugendlichen Individuen unterscheiden kann, angedeutet ist.

Der dritte Wirbel oder vertebra acustica ist zusammengesetzt aus dem os frontale posterius *Cuvier* (pars squamalis des os temporale *Bojanus*, *Meckel* und *Rosenthal*, os temporale *Geoffroy*), dem Mastoid *Cuvier* und *Meckel* und dem os quadratum.

Der vierte Wirbel entspricht dem Trigeminus. Das os sphenoidale posterius, die großen Flügel *Cuvier*, *Geoffroy* und *Bojanus* und das Parietale, die den gleichnamigen Knochen der Säuger entsprechen, bilden den Körper, den Arcus und den Processus spinosus.

Der fünfte Wirbel oder vertebra ocularis ist aus dem os sphenoidale anterius, dem kleinen Flügel *Cuvier*, *Bojanus* und *Geoffroy* und dem os frontale gebildet.

Das Corpus des sechsten Wirbels oder vertebra olfactoria wird durch den Vomer, der Arcus durch das Ethmoidale von *Meckel* und der Processus spinosus durch das Nasale dargestellt. Der Arcus ist durch eine Knochennaht in zwei Teile geteilt.

Wir wollen nicht im einzelnen auf diese Theorie eingehen, sie soll noch im Zusammenhang mit der nächsten Arbeit *Büchners* besprochen werden.

Zusammenfassend läßt sich über *Büchners* Ausführungen folgendes sagen:

Er hat versucht zu beweisen, daß es sechs Paar ursprüngliche Hirnnerven gibt, daß ihnen sechs Schädelwirbel entsprechen, und daß die Entwicklung der cerebralen Massen gemäß ihrer Herkunft vor sich geht, woraus sich ergibt, daß der Schädel und sein Inhalt nur das Produkt einer Umwandlung der Wirbel und der Medulla sind.

Gleichsam als Leitmotiv der ganzen Arbeit läßt sich der letzte Satz betrachten: „Die Natur ist groß und reich, nicht weil sie zu jeder Zeit willkürlich neue Organe zu neuen Funktionen schafft, sondern weil sie nach dem einfachsten Plan die höchsten und reinsten Formen hervorbringt“.

* * *

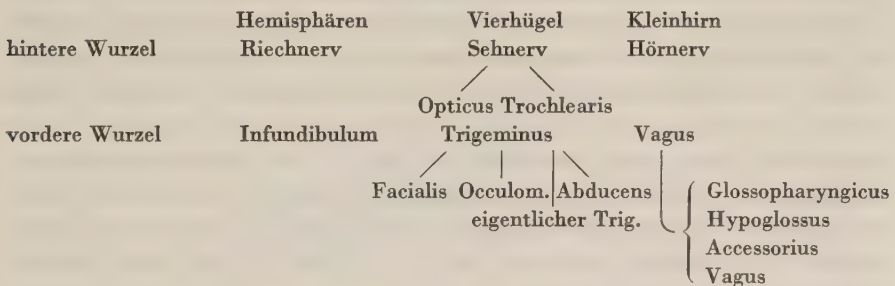
In seiner zweiten Arbeit, der Antrittsvorlesung über die Schädelnerven, geht *Büchner* von den Bestrebungen der vergleichenden Anatomie aus, alles nach einer großen Einheit, nach dem Zurückführen aller Formen auf den einfachsten primitiven Typus zu ordnen. Als Axiom stellt er die Theorie *Okens* an den Anfang: „Der Schädel ist eine Wirbelsäule, das Hirn ein metamorphosiertes Rückenmark und die Hirnnerven sind Spinalnerven“, um sich dann die Aufgabe zu stellen, den Beweis für den letzten Teil dieser Behauptung zu bringen.

Sein Procedere ist folgendes: er entwickelt zuerst die Theorien von *Carus* und *Arnold*, bringt seine Kritik an, um dann am Ende eine eigene Lösung anzugeben.

Wir wollen diesem Gedankengang folgen, ohne allerdings genauer auf die beiden ersten Ansichten näher einzugehen – sie seien lediglich zum besseren Verständnis von *Büchners* eigener Theorie wiedergegeben – sondern nur, um seine Kritik und die daraus gezogenen Schlüsse zu beleuchten.

In seinem Werke „von den Urteilen des Knochen- und Schalengerüsts“ teilt *Carus* das Gehirn in drei Hauptanschwellungen, die Hemisphären, die Vierhügelplatte und das Kleinhirn ein, dem drei Paar Schädelnerven entsprechen, die gleich den Spinalnerven mit zwei Wurzeln entspringen. Während diese bei den Spinalnerven sich zu einem Stamm vereinigen, bildet hier jede für sich einen eigenen Nerven. Die drei hinteren Wurzeln sind der Riech-, Seh- und Hörnerv, die vorderen hingegen der Trigeminus entsprechend dem Sehnerv, der Vagus entsprechend dem Hörnerv, während die vordere Wurzel des Riechnerven nur rudimentär ausgebildet ist. Die übrigen Hirnnerven erweisen sich als Unterabteilungen dieser Hauptstämme (siehe Schema 1).

Theorie von *Carus* (Schema 1)



Büchner kritisiert nun mit Recht, daß in dieser Anordnung zwei so deutliche Empfindungsnerven wie der Trigeminus und Vagus zu isolierten motorischen Wurzeln gemacht wurden. Wenn man auch diese beiden Nerven statt Empfindungsnerven besser als gemischt bezeichnen würde, so ist der Gedanke jedenfalls richtig. Daß an dieser Einteilung noch mehr zu beanstanden wäre, scheint nach unseren heutigen Kenntnissen selbstverständlich. So scheint die Unterteilung des 5. Paares in nn. facialis, oculomotorius, abducens und trigeminus absurd, sind doch diese Nerven in bezug auf ihre Kerngebiete als auch auf den peripheren Verlauf als vollständig getrennte Gebilde zu betrachten. Neben diesen Irrtümern scheint vor allem die embryologische Zusammengehörigkeit von Riechnerv und Infundibulum, Sehnerv und Trigeminus, Hörnerv und Vagus unverständlich.

Die andere Darstellung von *Arnold* geht von der Erkenntnis aus, daß zwei Schädelwirbel existieren, woraus sich zwei Intervertebrallöcher und somit zwei Paar Schädelnerven ergeben (siehe Schema 2).

Die beiden Nerven, Facialis und Glossopharyngicus sind als gemischte Nerven aufgeführt, ihrer Zugehörigkeit nach aber klar definiert, indem der Facialis dem ersten Schädelnerven, der Glossopharyngicus dem zweiten zugeteilt wird. Neu erscheint die separate Einteilung der sensorischen Nerven, die aus dem Schema herausgenommen und als Hirnaustrüppungen dargestellt werden.

Theorie von Arnold (Schema 2)

	1. Schädelnerv	2. Schädelnerv
vordere Wurzel	Occulom. Abd. Trochl. Portio	Hypogl. Beinerven
	minor trig.	
hintere Wurzeln	Portio maior trig.	Vagus
gemischte Nerven	Facialis	Glossopharyngicus
	Olfactorius, Accusticus und Opticus = Hirnaustrüppungen	

Was *Büchner* hier auszusetzen hat, ist eben diese Absonderung der drei höheren Sinnesnerven. Er bezeichnet sie als Modifikationen der übrigen Empfindungsnerven, indem sie isoliert gebliebene sensible Wurzeln darstellen, eine Ansicht, die wir heute beim fasciculus opticus sicher nicht mehr vertreten können. Hier handelt es sich um eine Hirnaustrüppung, die sich bei noch offenem Neuralrohr als foveolae opticae demonstrieren und sich über die vesiculae opticae mit eigenen Ventrikeln (ventriculi optici) durch weitere Ausstrüppung zum definitiven Bulbus entwickeln. Der Stiel dieser Anlage wird naturgemäß zum fasciculus opticus und ist deshalb nicht wie ein Hirnnerv, sondern wie eine Leitungsbahn gebaut. Wäre damals schon eine genauere histologische Untersuchung des Sehnerven möglich gewesen, so hätte diese *Büchner* unschwer von der Fehlerhaftigkeit seiner Ansicht überzeugt.

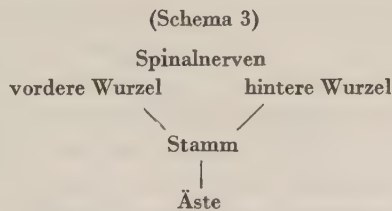
Zu Recht bringt er aber die Kritik beim n. olfactorius an, bei dem die fila olfactoria wie bei andern Wirbeltieren von den Basalteilen der Riechzellen in das Gehirn hineinwachsen. Ebenso berechtigt scheint sie beim n. acusticus zu sein, indem sich seine Fasern aus dem ganglion acusticum gegen das Gehirn zu entwickeln, nachdem sich aus dem ursprünglichen g. acustico-faciale das g. geniculi n. facialis abdifferenziert hat.

Wenig einleuchtend bleibt vor allem die Einteilung in die beiden Schädelnerven auf Grund der beiden Schädelwirbel, denn, wie wir heute wissen, ist die bindegewebige Schädelanlage nicht segmental, sondern ungliedert.

Büchner sucht nun seinerseits die Lösung dieses Problems nicht in der verwickeltesten Form, nämlich beim Menschen, sondern in der einfachen Form, wie sie sich vorübergehend beim Fötus oder persistierend bei den niederen Wirbeltieren dartut. Dabei stellt sich die Frage, welche Schädel-

nerven bei den Wirbeltieren zuerst auftreten, wie sie sich zu der Hirnmasse und zu den Schädelwirbeln verhalten, und nach welchen Gesetzen sie sich – vom niederen Wirbeltier bis zum Menschen – in ihrer Zahl vermehren.

So muß man nach *Büchner* unterscheiden zwischen Schädelnerven, die sich bei allen Klassen der Wirbeltiere finden und solchen, die bald als selbständige Nerven, bald nur als Äste des Vagus oder des Trigeminus auftreten. Zur ersten Gruppe gehören der n. vagus, hypoglossus, trigeminus, acusticus, die drei Augenmuskelnerven, der Olfactorius und der Opticus, zu der zweiten zählt er den Facialis, Glossopharyngicus und Accessorius. Diese Tatsache erhellt daraus, daß der n. facialis als Deckelast des fünften Paares auftritt, bei der Mehrzahl der Vögel und Reptilien verschwindet und erst wieder bei den Säugern als eigentlicher Nerv in Erscheinung tritt. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim n. glossopharyngicus, der bei den Fischen zwar als selbständiger Stamm beobachtet wird, durch seine Beziehung zur ersten Kieme sich aber ganz wie ein Ast des Vagus verhält. Bei den Batrachiern und Ophidiern verschmilzt er vollständig mit dem Vagus, dessen ramus lingualis er bildet. Er isoliert sich wieder bei den Cheloniern und bleibt bei den Vögeln und Säugetieren ein eigener Nerv. Einen n. accessorius finden wir nicht bei den Fischen, erst bei den Sauriern und den Cheloniern beginnt er sich zu differenzieren. *Büchner* geht nun das Problem vom allgemeinen Aufbau der Spinalnerven aus an (siehe Schema 3), um dann die Hirnnerven als Modifikationen zu bezeichnen.



Von diesem Spinalnervenschema sind nun nach *Büchner* vier Abweichungsmöglichkeiten zu eruieren:

1. Die beiden Wurzeln vereinigen sich nicht zu einem Stamm, sondern bleiben isoliert.
2. Beide Wurzeln vereinigen sich, doch tritt eine partielle Trennung in ihre Fäden ein, so daß in den Ästen der sensible und motorische Anteil nicht mehr gleichmäßig verteilt ist.
3. Eine Wurzel bleibt rudimentär.
4. Jeder Nerv zerfällt in mehrere isolierte Stämme.

Büchner geht nun von der Voraussetzung aus, daß sechs Schädelwirbel existieren, denen sechs Paar Schädelnerven entsprechen:

1. n. olfactorius
2. n. opticus mit den Augenmuskelnerven
3. n. trigeminus
4. n. acusticus
5. n. vagus
6. n. hypoglossus

Diese Einteilung stützt sich also vollständig auf das Kopfproblem. Es stehen sich heute hier zwei gegensätzliche Ansichten gegenüber:

1. *van Wijhe, Gegenbaur*: für die Visceralbogen und Mesodermsegmente ist eine übereinstimmende Gliederung anzunehmen. Nach dieser Auffassung ist jedes Branchiomer auf bestimmte Mesodermsegmente zu beziehen. Das Mesoderm des Kopfes ist in doppelter Weise gegliedert, in die eigentlichen Somiten und die branchiomerer Seitenplatten. Deshalb sind am Rumpf, wie am Kopf, ventrale und dorsale Nervenwurzeln aufeinander zu beziehen. Die Kopf- und Spinalnerven wären nach dieser Auffassung, die auch derjenigen *Büchners* entspricht, homodynam.

2. *Froriep*: Die Unabhängigkeit der Branchiomerie von der Metamerie ist das Hauptstück dieser Ansicht. Es können somit die branchiomerer Kopfnerven nicht auf die Somiten bezogen werden.

Büchner geht im weiteren auf die Beschreibung der einzelnen Hirnnerven über. Den Beweis für den Hypoglossus erbringt er an Hand der Fische, bei denen eine vordere und eine hintere Wurzel unterschieden werden können. Ebenso können wir beim Frosch zwei Wurzeln konstatieren, die sich wiederum in zwei Äste teilen. Diese Ansicht stimmt mit der heutigen Anschauung überein, indem *Fürbringer* bewies, daß bei den niederen Vertebraten der n. hypoglossus mit einer dorsalen und einer ventralen Wurzel entspringt und sich dort mit dem plexus cervicalis zum plexus hypoglosso-cervicalis verbindet. Gleichzeitig hat *Sagemehl* nachgewiesen, daß der Hypoglossus von einem tieferen Ursprung in der ontogenetischen Entwicklung oralwärts rückt. Damit dürfte die nahe Verwandtschaft des Hypoglossus mit den Spinalnerven hinreichend bewiesen sein. Nach *Büchner* liegt also bei den Mammalia und beim Menschen die Modifikation 3 gemäß seiner Einteilung vor, was auch unserer heutigen Auffassung entspricht. Zur Stützung dieses Beweises kann noch der Nachweis von Hypoglossusganglien durch *Mayer* (1833) angeführt werden, der durch die Untersuchungen von *Froriep* an Kuh- und Schafembryonen erweitert wurde. Allerdings steht dieser Ansicht diejenige von *Langworthy* gegenüber, nach welcher diese sensiblen Fasern, die proprioceptiven gleichkommen, von andern Ganglien herkommen.

Bei den *n. trigeminus* scheinen nach *Büchner* die Verhältnisse durch die Trennung in eine *portio maior* und *minor* klar zu liegen. Diese beiden Anteile der Trigeminiwurzel sind dazu angetan, die These zu verifizieren, vor allem auch, da bei den Vögeln und Säugetieren oft zwei Wurzeln beobachtet werden. Dieses Verhalten entspricht der Modifikation 2.

Ebenso verhält es sich mit dem *n. vagus*, bei dem man nach *Büchner* z. B. beim Hecht deutlich eine dorsale und eine ventrale Wurzel unterscheiden kann. Stichhaltiger noch scheinen die Verhältnisse beim menschlichen Embryo von 10 mm zu sein, bei dem die motorischen Neuroblasten dorsolateralwärts zugespitzt sind, und deren Fasern sich in einer Reihe von Wurzelbündelchen sammeln, welche gerade ventral von der Eintrittsstelle der sensorischen Wurzeln auftauchen. Nach ihrem Austritt wenden sie sich oralwärts und bilden einen gemeinsamen Stamm. Infolge der Tendenz der weiter caudal gelegenen Wurzelganglien, sich in der Entwicklung zurückzubilden, differenziert sich der Vaguskomplex in einen vorderen Teil, den Vagusteil, der vorwiegend sensorisch ist, und in einen hinteren Teil, den Accessoriusanteil, der fast ganz motorisch ist. Es handelt sich also nach der Einteilung von *Büchner* ausgesprochen um die zweite Modifikation. Durch diese partielle Trennung der motorischen und sensiblen Fäden in den Stämmen leitet *Büchner* den *n. glossopharyngicus* und *accessorius* vom Vagus ab. Daß es sich beim *n. accessorius* um einen eigentlichen Vagusast handelt, wurde schon oben beschrieben. Daß der *n. glossopharyngicus* ein Vagusast sein soll, leuchtet nicht von vorneherein ein. Immerhin finden wir bei den Myxinidae und Bdellostomidae (Cyclostomen) keinen eigenen *n. glossopharyngicus*, hingegen gibt hier der *n. vagus* bei seinem Durchtritt durch die Schädelwand den *ramus pharyngicus* ab, der den Hauptteil der Schleimhaut und der Muskulatur des präbranchialen Darmtractus versorgt. Nach *Fürbringer* könnte man daran denken, ihn ganz oder zum größten Teil mit dem *n. glossopharyngicus* gleichzusetzen und gleichzeitig annehmen, daß die entsprechende von ihm versorgte Kiementasche verloren gegangen ist, so daß *Büchners* Ansicht nicht so abwegig scheint. Damit teilt sich das zehnte Paar in drei Nerven, nämlich den Vagus, den Glossopharyngicus und den Accessorius, die in der Ontogenese sich zu selbständigen Nerven entwickeln. Diese Einteilung hat auch heute noch Gültigkeit. —

Weniger klar erscheint die Unterteilung des fünften Paares in den *n. trigeminus*, dessen Zungenast und in den *n. facialis*. Jedenfalls finden sich nirgends Angaben, wonach ein Zusammenhang hinsichtlich Austrittszone oder peripherem Verlauf bei diesen Nerven zu finden ist. Überall stoßen wir auf zwei gut voneinander getrennte Nerven, so daß diese Annahme nicht stichhaltig ist.

Zum Schlusse versucht *Büchner* noch, die Analogie der drei höheren Sinnesnerven mit Spinalnerven nachzuweisen.

Den Trugschluß beim fasciculus opticus haben wir bereits weiter oben beschrieben, indem es sich hier nicht um eine Modifikation 4 handelt, wobei eine Wurzel wieder in isolierte Nervenstämme zerfällt, nämlich den n. opticus als sensiblen Anteil und die Augenmuskelnerven als motorischen Anteil. Diese beiden sind sorgfältig zu trennen, da es sich beim fasciculus opticus um eine sichere Hirnausstülpung handelt, während die Augenmuskelnerven eigentliche Hirnnerven sind (ventral-somatisch-motorische Nerven).

Beim n. olfactorius ist keine Analogie zu den Spinalnerven nachzuweisen. Wohl versorgen Trigeminus- und Facialisfasern die Nasenhöhle und bilden mit dem n. olfactorius eine funktionelle, aber keine anatomische Einheit.

Der n. acusticus zeigt ähnliche Verhältnisse. Er entwickelt sich aus einer Ganglienzellgruppe, die dem apicalen Ende des Ohrbläschens direkt anliegt. Auch zum Mittelohr, das sich aus der ersten Kiementasche entwickelt, ziehen Fasern des n. facialis und trigeminus, aber wiederum nur zur Bildung einer funktionellen Einheit.

Die Theorie *Büchners*, wonach beim n. olfactorius und acusticus die motorischen Wurzeln „avortieren“, läßt sich deshalb nicht bestätigen.

Wir können somit bei kritischer Beleuchtung von *Büchners* Anschauungen in manchen Punkten mit der heutigen Auffassung übereinstimmende Ansichten konstatieren.

Wenn *Büchner* auch in einzelnen Fragen, zum Zwecke der generellen Beweisführung, über das Ziel hinausschoß, so bleibt doch die Tatsache bemerkenswert, daß ein Morphologe ein halbes Jahrhundert früher zu einer Theorie gelangt, die sich im wesentlichen, nämlich der Identifikation der Spinalnerven mit den Hirnnerven, mit einer der heutigen Ansichten deckt. Ganz besonders beachtenswert wird diese Leistung, wenn wir die Problematik, die dieses Gebiet auch heute noch bietet, berücksichtigen.

IV. *Georg Büchner als Morphologe in seinen literarischen Werken*

Daß *Georg Büchner* nicht nur Morphologe in seinen wissenschaftlichen Schriften war, beweist eine ganze Reihe von morphologischen Andeutungen in seinem literarischen Werk. Aber nicht nur dieser Beweis ist damit erbracht, sondern es werden dadurch auch die geistig und zeitlich nahen Beziehungen zwischen Wissenschaft und Dichtung bei diesem Genie dargetan. Sein reger Geist beschäftigte sich auch dann noch mit seinen morphologischen Präparaten, wenn er das Skalpell mit der dichten Feder vertauscht hatte.

An den Anfang dieser Betrachtungen sei zunächst ein Gesamtüberblick gestellt, in dem das ganze Werk *Büchners* speziell auf morphologische Hinweise beleuchtet werden soll.

Eine natürliche Gliederung ergibt sich, indem wir in dramatische Werke, den hessischen Landboten, die Übersetzungen und die Miszellen einschließlich der Gedichte unterteilen. In erster Linie sind seine Dramen zu betrachten und hier wiederum vorweg Dantons Tod. Es kann weiter nicht verwundern, wenn sich gerade in diesem Werke die reichste Ausbeute in morphologischer Hinsicht ergibt, stand doch *Büchner*, als er dieses Drama schrieb, unter den ersten Eindrücken seines Studiums. Selbst die Umgebung, in der es entstand, war dazu angetan, die Ergebnisse seiner Untersuchungen mit dichterischem Ideengang eng zu verweben. So ist es nicht verwunderlich, wenn in Dantons Tod Andeutungen über eine Reihe von Organsystemen zu finden sind, denn zeitlich fällt die Niederschrift dieses Werkes in die Periode, in denen er Kurse über die Grundbegriffe der Anatomie hörte. Leider fehlen genaue Angaben über seine damaligen Studien, aber es erscheint jedenfalls beachtenswert, wenn die Großzahl der morphologischen Bemerkungen aus dem Nervensystem und dem Urogenitalsystem stammen. Die ersteren lassen sich allerdings, wenn man die späteren Forschungen *Büchners* betrachtet, dadurch erklären, daß er sich schon frühzeitig zum genaueren Studium des Zentralnervensystems hingezogen fühlte, während die letzteren eher mit dem Gebrauch einer bewußt rauhen Ausdrucksform zusammenhängen dürften. Neben diesen rein morphologischen Vergleichen finden sich in Dantons Tod recht häufig auch medizinische Assoziationen, die sich in seinen späteren Werken nicht mehr nachweisen lassen. Es ist dies nicht weiter verwunderlich, wenn man bedenkt, daß *Büchner* nach der Niederschrift des Danton von der praktischen Medizin zu den Naturwissenschaften hinüberwechselte.

Wesentlich weniger anatomische Vergleiche sind im Lustspiel *Leonce und Lena* zu finden, obschon es in die Periode der Arbeit über das Nervensystem der Barbe fällt, die auf morphologischem Gebiet vielleicht die fruchtbarste in *Büchners* Leben überhaupt war.

In *Woyzeck* bleibt die Zahl noch hinter derjenigen in *Leonce und Lena* zurück, während im *Lenz* und den Übersetzungen von *Maria Tudor* und *Lucretia Borgia* sich überhaupt keine morphologischen Bemerkungen finden. Auch im Vergleich mit dem Originaltext finden sich keine Stellen, an denen der Dichter seinem morphologischen Denken freien Lauf gelassen hätte. Es kann dies anderseits nicht weiter verwundern, da diese Übersetzungen nach der Überlieferung von *Seelig* ohne jede Begeisterung, nur aus finanziellen Gründen geschrieben wurden.

In den Miszellen und Gedichten findet sich lediglich in einem Schulaufsatz über den Selbstmord eine Andeutung, auf die wir später noch kurz eingehen werden.

In seinen Briefen suchen wir umsonst in dieser Richtung. Wohl finden sich verschiedene medizinische Vergleiche, sonst aber beschränkt sich der Inhalt auf politische und autobiographische Tatsachen.

Nach diesem allgemeinen Überblick seien nun in der Folge noch die einzelnen Stellen, nach Organsystemen geordnet, betrachtet, wobei gleichzeitig versucht werden soll, deren Sinn zu ergründen. Damit soll aber auch gerade der Grund genannt werden, warum wohl nur ein Morphologe zu solchen Assoziationen kommen kann.

Beginnen wir mit dem Nervensystem. Hier finden sich vielleicht die schönsten Beispiele, die auch schon eine tiefere Kenntnis auf diesem Gebiet verraten. Sie lassen auch in besonderem Maße den Morphologen in diesem dichterischen Werk hervortreten, sind aber gleichzeitig für den Laien recht unverständlich und dem Sinne nach am schwersten zu erfassen.

Schon zu Beginn des ersten Aktes von *Dantons Tod* sagt Danton: „Wir müßten uns die Schädeldecken aufbrechen und die Gedanken einander aus den Hirnfasern zerren.“ Sicherlich schwebten hier Büchner die zahllosen Bahnen vor, die die einzelnen Großhirnteile miteinander verbinden und in denen die Gedanken von einem Bezirk in den andern geleitet werden. Sie werden nur zum Teil in zentrifugale Äußerungen umgewandelt, weshalb man, um sich wirklich zu kennen, die als Erinnerungsbilder verborgenen aus diesen Bahnen zerren müßte.

Hier kann man auch den Ausspruch *Leonces* im ersten Akt von *Leonce und Lena* beifügen: „Gib acht! Mein Kopf! Ich habe unsere Liebe darin beigesetzt.“ Auch dabei handelt es sich um ein Erinnerungsbild, und dieser Satz steht damit in engem geistigem Zusammenhang mit dem vorigen Beispiel. Sehr schön ist auch der Vergleich im dritten Akt von *Dantons Tod*, wo *Billaud* sagt: „Nächstens werden die niedlichen Finger der reizenden Demalmy es (nämlich das Rückenmark) aus dem Futterale ziehen und es als Zöpfchen über den Rücken herunter hängen machen“. Daß mit dem Futteral der Wirbelkanal gemeint ist, dürfte klar sein. Weniger verständlich hingegen scheint für den Laien der Vergleich des Rückenmarks mit einem Zopf.

In seiner Gesamtheit betrachtet, weist es aber gegen den *conus terminalis* zu die gleiche Verjüngung auf wie der Zopf, bei dem die Haare, verglichen mit den Bahnen des Rückenmarks, gegen das Ende zu spärlicher werden, weshalb das Ganze an Masse abnimmt. Gleichzeitig splittert es sich nach unten zur *cauda equina* auf, indem die Wurzeln bis zu ihrem Durchtritt durch die *foramina intervertebralia* an Länge zunehmen, genau gleich wie beim Zopf, bei dem die längsten Haare das Ende formieren und als einzelne Fasern die letzten Ausläufer bilden.

Nach diesen morphologischen Anspielungen, die sich auf das Nervensystem beziehen, seien nun diejenigen aus dem Gebiete des Urogenital-

systems erläutert. Wir finden die erste dieser Art im ersten Akt von *Dantons Tod*, wo *Lacroix* folgende Worte ausspricht: „Die Schenkel der Demoiselle guillotiniere dich und der mons veneris wird dein tarpejischer Fels sein“. Damit wird der mons veneris mit jenem Felsen des römischen Capitols verglichen, von dem man Schwerverbrecher herunterzustürzen pflegte. Es wird also gewissermaßen der mons veneris als pars pro toto gesetzt, indem ein weiterer Verkehr mit dieser Demoiselle für Danton, an den diese Worte gerichtet sind, das Todesurteil nach sich ziehen wird.

Wenn ein Bürger im zweiten Akt von *Dantons Tod* sagt: „Es sollen ihr ohnehin jeden Tag genug Eicheln in den Schoß fallen“, so gehört auch dieser Ausspruch hierher, will doch *Büchner* nichts anderes damit sagen, als daß es sich um eine puella publica handle.

Auch in *Leonce und Lena* stoßen wir auf der Suche nach Andeutungen, die dieses Organsystem betreffen, auf einen Ausspruch *Leonces* im dritten Akt, dritte Szene: „Komm, liebe Langeweile, deine Küsse sind ein wohl-lüstiges Gähnen, und deine Schritte sind ein zierlicher Hiatus“. Hier könnte man Vergleich gegen Vergleich stellen, indem man mit *Leonce* antwortet: „Ich gratuliere ihnen zu der schönen Parenthese, die ihre Beine machen“.

Büchner identifiziert also die Form des Hiatus genitalis – denn um diesen dürfte es sich fraglos handeln – mit der eliptoiden Figur von O-Beinen. Man kann wohl sagen, daß nur anatomisches Denken vermischt mit dichterischer Phantasie solche Vergleiche hervorbringen konnte.

Eine Bemerkung besonderer Art findet sich in *Woyzeck*, wo der *Doktor* ausruft: „Habe ich nicht bewiesen, daß der musculus constrictor vesicae dem Willen unterworfen ist“, wobei es sich zwar nicht um einen Vergleich, sondern um eine physiologische Feststellung handelt.

Damit will *Büchner* sagen, daß die Blasenmuskulatur wohl autonom innerviert ist, aber vom Zentralnervensystem überlagert wird. Damit ist für ihn zugleich die Diskussion über freien Willen und ungebundene Natur eröffnet. Wie der Philosoph seine eigene Darstellung gibt, so behandelt *Büchner* dieses Problem vom morphologischen Gesichtspunkt aus, indem er die autonome Innervation mit der Natur identifiziert, die bei entsprechender Füllung der Blase diese zu entleeren sucht. Dem übersteht aber der Wille, der die unwillkürliche Kontraktion verhindert und somit als koordinierendes Moment auch autonom ablaufende Reaktionen beeinflussen kann.

Nach diesen Bemerkungen aus dem Gebiet des Urogenitalsystems sind noch diejenigen über Organe des Kreislaufs anzufügen.

Verschieden interpretiert kann die erste Bemerkung dieser Art in *Dantons Tod* werden, wo *Danton* folgende Worte spricht: „Morgen bist Du eine leere Bouteille; der Wein ist ausgetrunken“. Möglicherweise vergleicht

Büchner das leere Gefäßsystem mit einer Bouteille, aus der sich nach der Exekution das Blut – hier mit dem Wein identifiziert – entleert. Möglicherweise dachte er auch an die Seele die nach dem Tod den Körper verläßt und die irdischen Überreste als leere Bouteille zurückläßt.

Anzufügen wäre hier ein Ausspruch aus *Leonce und Lena*, wo *Leonce* sagt: „Das Picken der Totenuhr in meiner Brust ist langsam und jeder Tropfen Blut mißt seine Zeit“. Welcher Gedankengang, den Umlauf eines Bluttröpfens mit dem Ablauf einer Uhr zu vergleichen!

Man kann die Vorstellung, die *Büchner* dabei vorschwebte, erst voll erfassen, wenn man in einem Kapillarnetz die Blutkörperchen durch die Engen hindurchgetrieben sieht und diesen immer wieder für kurze Zeit stockenden Fluß mit dem Perpendikel einer Uhr vergleicht. Wie vieler Umläufe bedarf es wohl, ein Leben zu begrenzen!

Eine einzige kurze Andeutung aus dem Gebiete der Embryologie findet sich im ersten Akt von *Dantons Tod*. Mit dem Ausruf *Philippeaus*: „Wie lange sollen wir noch blutig und schmutzig sein wie neugeborene Kinder?“ ist die Beschmierung mit mütterlichem Blut aus dem Gebiet des Placentaransatzes und Vernix caseosa gemeint, die hier in dichterischer Freiheit als Schmutz bezeichnet wird.

Daß sich der Morphologe nicht nur in seinen Vergleichen – abgesehen von seinen naturwissenschaftlichen Schriften – offerbart, zeigt sich auch im analytischen Denken.

So tritt Danton im zweiten Akt von *Dantons Tod* uns mit folgenden Worten entgegen: „...daß wir noch obendrein aus zwei Hälften bestehen, die beide das nämliche tun, so daß alles doppelt geschieht“.

Hier wird der Körper in zwei Teile gegliedert gemäß dem Prinzip der Antimerie, aus deren Gesamttätigkeit man auf die Einzelaktionen schließen kann. Somit wird alles doppelt getan – auch was auf den ersten Blick als eine Tätigkeit imponiert – wenn man den Organismus aus zwei identischen Hälften aufgebaut betrachtet.

Neben diesen treffenden morphologischen Bildern findet sich allerdings in einem Schulaufsatz ein nicht besonders tragisch zu nehmender Trugschluß der im Gesamtüberblick schon kurz die Rede war, und zwar schreibt *Büchner* in seiner Abhandlung über den Selbstmord: „Es fehlt nur wenig, daß der Herr Professor in seinem heiligen Eifer eine Sektion des Kato vornähme und bewiese, daß derselbe einige Lot Gehirn zu wenig gehabt hätte.“

Mit anderen Worten soll damit gesagt sein, daß er beweisen wollte, es habe Kato an Intelligenz gemangelt. Wie aber eingehende Untersuchungen des Verhältnisses von Hirngewicht und Intelligenz gezeigt haben, läßt sich keine Proportionalität nachweisen; ja man hat oft bei überdurchschnitt-

lich begabten Menschen ein kleineres Gewicht festgestellt als bei mittelmäßiger Intelligenz. Es ließen sich vielleicht einzig aus dem Windungsbild der Endhirnhemisphären spekulative Schlüsse auf die geistigen Fähigkeiten ziehen, was aber auch noch keineswegs restlos geklärt ist.

Es ließen sich noch manche Beispiele von allgemein-medizinischen Vergleichen anführen, doch würde dies den Rahmen der vorliegenden Abhandlung überschreiten. Immerhin zeugen einige von so geschickter dichterischer Fassung einfacher medizinischer Begriffe, daß sie hier wenigstens andeutungsweise wiedergegeben seien. In *Dantons Tod* hören wir im ersten Akt die Worte *Dantons*: „Die Mitte ist ein Äquator, wo jeder eine Sublimataufe nötig hat, der zum ersten Mal die Linie passiert“. Und im gleichen Akt äußert sich *Lacroix*: „Er bekommt seine Wunde nicht am Schenkel, sondern in den Leisten (luetische Bubonen), und aus seinem Blut sprießen nicht Rosen hervor, sondern schießen Quecksilberblüten an“. Beide gipfeln im Ausdruck *Barrières*: „Sie werden aus der Guillotine noch ein Specificum gegen die Lustseuche machen“. Wenn hier das Specificum gegen die Lues die Guillotine ist, so ist es in den beiden ersten Fällen das Quecksilber.

Diesen drei Exempeln, die wegen ihrer Zusammengehörigkeit herausgegriffen wurden, wären weitere beizufügen, aber uns scheint damit zur Genüge dargetan, daß nicht nur der Morphologe *Büchner*, sondern auch der Mediziner zu Worte kommt.

Schlußwort

Leider verschied *Büchner* im jugendlichen Alter von 23 Jahren, so daß sein Gesamtwerk recht klein ist. Dabei finden sich – verglichen mit der Zahl der Werke – in seinen Dramen verhältnismäßig viel morphologische Begriffe. Es wäre zweifellos interessant gewesen, bei einem längeren Leben *Büchners* und bei fortschreitender Entwicklung seiner morphologischen Kenntnisse auch spätere Werke in dieser Richtung zu analysieren, um zu ersehen, ob diese Verbindung zwischen Forschung und dichterischem Schaffen weiterhin erhalten geblieben wäre.

Wenn auch *Büchners* vergleichend-anatomische Ansichten heute größtenteils überholt sind, so scheint doch bemerkenswert, wie in manchen, nicht unwichtigen Punkten, trotz seiner zeitbedingten Befangenheit in naturphilosophischen Ansichten Übereinstimmung mit unserer heutigen Erkenntnis festzustellen ist.

„Der Name dieses nur kurze Zeit aufleuchtenden Sternes *Büchner*, der in seiner Eigenschaft als Dichter-Wissenschaftler dem Zweigestirn *Goethe-Schiller* würdig anzureihen ist, verdient es daher, auch in den Annalen der Morphologie bleibenden Platz zu finden“ (*Wolf-Heidegger*).

Jedenfalls scheint diese Studie um so eher gerechtfertigt, als sie diejenige Seite des Genies in den Vordergrund rückt, die bei der vielseitigen Begabung meist ohne gebührende Beachtung blieb. So sollen diese Ausführungen anläßlich seines 135. Geburtstages insbesondere auch dazu dienen, Hinweis auf die interessanten morphologischen Vergleiche in *Büchners* Dichtungen und eine Anregung zum Studium derselben zu sein, und einer heute weniger beachteten Seite von *Büchners* Persönlichkeit mehr Bedeutung beizumessen.

LITERATUR

- Georg Büchners* sämtliche Werke und Briefe, Leipzig 1922.
Georg Büchners sämtliche Werke und Briefe auf Grund des handschriftlichen Nachlasses, Leipzig 1922.
Georg Büchner: nachgelassene Schriften, Frankfurt a. M. 1850.
C. U. Ariëns Kappers: Die vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere und des Menschen, Haarlem 1920.
L. Bolk, E. Göppert, E. Kallius und W. Lubosch: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Bd. II/1, Berlin/Wien 1934. (Siehe dort die hauptsächlich vergleichend-anatomische Literatur).
F. Keibel und F. P. Mall: Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Leipzig 1911.
H. Lipmann: Georg Büchner und die Romantik, München 1923.
L. Marcuse: Georg Büchner und seine besten Bühnenwerke, Berlin 1921.
C. Seelig: Georg Büchners, Lebensbild eines jungen Genies, in *G. Büchners* Gesammelte Werke, Zürich 1944.
J. Strohl: Lorenz Oken und Georg Büchner, Zürich 1936.
G. Wolf-Heidegger: Unveröffentlichte Gedanken über Büchner und Oken.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Professor Dr. G. Wolf-Heidegger für die Überlassung des Themas und seine tatkräftige Unterstützung während der Abfassung meiner Dissertation den besten Dank aussprechen.

